

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 23320101153103

UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

基于随机几何的认知蜂窝网络
性能分析

Performance Analysis for Stochastic Geometry-Based
Cognitive Cellular Network

熊 金

指导教师姓名: 张贻雄 副教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩日期: 2013 年 5 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: 周多扬

评 阅 人: _____

2013 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在(ATR)实验室完成。
(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名): 熊全

2013年5月24日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

()1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

(☒)2.不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名): 熊金

2013 年 5 月 24 日

厦门大学博士论文摘要库

摘要

随着移动互联网的迅速普及,蜂窝网移动通信业务呈现出爆炸性增长,有限的频谱资源越来越不能够满足人们日益增长的带宽需求,频谱资源短缺以及频谱资源的利用率不高使更多可用频谱资源的探索成为下一代蜂窝通信网络的研究重点之一。认知无线电是一项有潜力的创新性技术,可以有效解决上述问题,它通过频谱感知、自适应调整系统参数来实现动态频谱接入和智能频谱分配。将认知无线电技术应用于下一代蜂窝通信网络,能够使传统蜂窝网伺机使用空闲频谱,补充蜂窝网络静态频谱分配政策,提高频谱利用率。但是由于主要网络的抗干扰要求和主要/认知系统的空间随机分布,使得认知蜂窝系统可用无线资源随机变化,进而导致网络系统性能呈现出不稳定的特性,这是传统蜂窝网络所不具备的特征,因此,本文针对上行链路和下行链路两个不同的场景,建立两个不同的模型,并利用不同的研究方法分析认知蜂窝网络中各种无线资源对系统性能的影响,为认知蜂窝网络的实际应用价值和网络规划提供指导。本文主要创新点如下:

(1) 本文提出具有最大吞吐量和 QoS 保障两种类型的认知蜂窝网络,分析这两种不同认知蜂窝系统上行链路容量。仿真结果显示,最大吞吐量认知蜂窝网络系统容量容易受到主要用户密度和认知小区半径的影响;QoS 保障的认知蜂窝网络则更容易受到阴影衰落和小区内主要用户位置的影响。此外,在 FMC 频带上接入这两种认知蜂窝网络都能获得较大的吞吐量。

(2) 本文在泊松-费列罗模型的基础上分析认知蜂窝网络下行链路中断概率,并研究中断概率限制下功率与认知带宽的关系。经仿真发现,认知蜂窝网络下行链路系统中断性能不容易受到干扰信道不同随机衰落的影响,而容易受到认知频谱资源、基站发射功率、基站密度等影响。特定系统中断性能下,功率与认知带宽可以相互换取,但是这种换取具有最小带宽限制,如果认知带宽小于最小带宽,认知带宽将无法换取功率。

关键字: 随机几何; 认知蜂窝网络; 系统容量; 中断概率; 干扰

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

With the increasing popularity of mobile Internet, cellular mobile communications business turn on an explosive growing, spectrum resources shortage and it's low utilization has made spectrum exploration become a most important issue in next-generation cellular communication investigation. Cognitive radio is a potential and innovative technology, which can effectively solve above problems by spectrum sensing and adjusting system parameters adaptively. To employ cognitive radio technology to next-generation cellular network, traditional cellular network could opportunity to access spectrum hole so as to compensate fix spectrum allocation policy in cellular and improve spectrum utilization. However, due to the primaty network's interference-restriction and primary/cognitive system's random spatial distribution, the available radio resources change randomly in cognitive cellular systems, which follow the network's performance variation, while traditional cellular network do not have this characteristic. Therefore, this article model uplink and downlink with two different methods, and analyze the various wireless resources impaction on system performance, respectively. The main contribution of this paper is:

1. This paper proposes maximum throughput and QoS-guaranteed two kinds of cognitive cellular network, and analysis their uplink capacity. Simulation results show that, in maximum throughput cognitive cellular network, the system capacity is more likely affected by primary user's density and cognitive cell radius, while QoS-guaranteed cognitive cellular network is more easily influence by shadowing and the planar location of primary users. In addition, both two cognitive cellular network can reach high throughput in FMC band.

2. This research also based on Poisson-Voronoi model to analysze the outage probability of downlink cognitive cellular network, and investigates the power-cognitive bandwidth trade-off in a certain outage constraint. Simulations show that, the downlink outage probability of cognitive cellular network is not affected by different interference fading, but affected by cognitive spectrum resources, the base

station transmit power, and the base station density, and so on. In a particular system outage, power and cognitive bandwidth can exchange for each other, but this exchange has a minimum bandwidth limitation. If cognitive band less than minimum bandwidth, cognitive bandwidth cannot trade for power.

Key Words: Stochastic Geometry; Cognitive Cellular Network; Capacity; Outage Probability; Interference.

目录

摘要	I
Abstract	III
目录	V
Contents	VII
第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景	1
1.2 研究现状	2
1.3 课题研究内容	4
1.4 论文主要贡献及结构安排	5
第二章 认知无线网络及其空间模型	8
2.1 认知无线电技术	8
2.2 典型的认知无线网络	10
2.3 认知蜂窝网络体系结构	13
2.4 认知蜂窝网络的空间模型	16
2.4.1 随机几何建模	16
2.4.2 均匀分布和泊松点过程	17
2.4.3 泊松-费列罗里	20
第三章 认知蜂窝网络上行链路性能研究	22
3.1 引言	22
3.2 基于泊松模型的认知蜂窝网上行链路建模	22
3.2.1 系统模型	22
3.2.2 信道模型	23
3.3 最大吞吐量认知蜂窝网容量分析	25
3.3.1 最大吞吐量算法描述	25
3.3.2 非衰落信道系统容量	27
3.3.3 衰落信道系统容量	29
3.4 QoS 保障的认知蜂窝网系统容量分析	34
3.4.1 QoS 保障算法描述	34
3.4.2 非衰落信道系统容量	35
3.4.3 衰落信道系统容量	39
3.5 性能仿真与分析	40

3.5.1	最大吞吐量认知蜂窝网络容量.....	40
3.5.2	QoS 保障认知蜂窝网络容量	44
3.6	本章小结.....	46
第四章	认知蜂窝网络下行链路性能研究	48
4.1	引言.....	48
4.2	基于随机几何的认知蜂窝网下行链路建模	48
4.2.1	系统模型.....	48
4.2.2	信道模型.....	50
4.3	单天线认知蜂窝网中断性能	51
4.3.1	通用表达式推导.....	51
4.3.2	衰落信道中断性能推导.....	54
4.4	多天线认知蜂窝网中断性能	56
4.4.1	MIMO 系统模型	56
4.4.2	MIMO 信干比与信道容量关系研究	57
4.4.3	MIMO 系统中断性能	60
4.5	认知蜂窝网络功率与认知频谱关系研究	61
4.5.1	中断性能近似式.....	61
4.5.2	认知蜂窝网络功率-频谱关系分析	62
4.6	性能仿真与分析.....	64
4.6.1	认知蜂窝网络下行链路系统性能.....	64
4.6.2	认知蜂窝网络功率与认知带宽关系研究.....	67
4.7	本章小结.....	69
第五章	总结与展望	71
5.1	本论文工作总结.....	71
5.2	后期工作展望.....	72
	参考文献	73
	致谢	77
	攻读硕士学位期间发表的论文及所做工作	79

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English.....	III
Contents in Chinese.....	V
Contents in English	VII
Chapter 1 Preface	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Research Overview	2
1.3 Main Contents of This Thesis.....	4
1.4 Main Contribution and Work Organization	5
Chapter 2 Cognitive Radio Network and its spatial model	8
2.1 Cognitive Radio Technology Stochastic Geometry Theory	8
2.2 Typical Cognitive Radio Network	10
2.3 Cognitive Cellular Network Frame work	13
2.4 Spatial model of Cognitive Cellular Network.....	16
2.4.1 Stochastic Geometry modeling	16
2.4.2 Uniform Distribution and Poisson Point Process	17
2.4.3 Poisson-Voronoi	20
Chapter 3 The Uplink Cognitive Cellular Network Performance Analysis	22
3.1 Introduction.....	22
3.2 Poisson-Based Uplink Cognitive Cellular Network Modeling.....	22
3.2.1 System Model	22
3.2.2 Channel Models	23
3.3 Capacity Analysis for Maximum Throughput Cognitive Cellular Network.....	25
3.3.1 Maximum Throughput algorithm description.....	25
3.3.2 Capacity for Non- fading Channel	27
3.3.3 Capacity for Fading Channel	29
3.4 Capacity Analysis for QoS Guaranteed Cognitive Cellular Network	34

3.4.1	QoS-guaranteed algorithm description	34
3.4.2	Capacity for Non-fading Channel	35
3.4.3	Capacity for Fading Channel	39
3.5	Simulation and Properties Analysis.....	40
3.5.1	Capacity for Maximum Throughput Cognitive Cellular Network.....	40
3.5.2	Capacity for QoS-guaranteed Cognitive Cellular Network	44
3.6	Brief Summary	46
Chapter 4 The Downlink Cognitive Cellular Network Performance Analysis		48
4.1	Introduction.....	48
4.2	Stochastic Geometry-Based Uplink Cognitive Cellular Network Modeling	48
4.2.1	System Model	48
4.2.2	Channel Models	50
4.3	Outage Probability formance for Single-Antenna Cognitive Cellular Network.....	51
4.3.1	General Formula Deduction.....	51
4.3.2	Outage Performance in Fading Channel.....	54
4.4	Outage Probability for Multiple Antenna Cognitive Cellular Network.....	56
4.4.1	Multiple Antenna System Model	56
4.4.2	Multiple Antenna SINR-Capacity Relationship Research.....	57
4.4.3	Outage Performance for Multiple Antenna System.....	60
4.5	Power-Cognitive band trade-off for Cognitive Cellular Network....	61
4.5.1	Approximation of Outage	61
4.5.2	Power-Cognitive band trade-off for Cognitive Cellular Network	62
4.6	Simulation and Properties Analysis.....	64
4.6.1	The Downlink Cognitive Cellular Network Performance	64
4.6.2	Power-Cognitive band relation for Cognitive Cellular Network	67
4.7	Brief Summary	69
Chapter 5 Conclusion and Prospect.....		71
6.1	Conclusion	71
6.2	Prospect.....	72
Reference		73

Acknowledgement.....	77
Published Paper and Research during Pursuing Master Degree	79

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 课题研究背景

以蜂窝网络为代表的无线通信系统已经经历三代发展，正在向第四代迈进。与传统蜂窝网络相比，下一代无线蜂窝网络对无线通信服务的需求从单一的语音通信发展为宽带移动多媒体业务，如高清图片、视频等，这就需要无线通信网络拥有更多的传输带宽以提供更好的系统性能。虽然在过去的几十年间，无线通信技术的发展极大的提高了蜂窝系统频谱利用率，无线链路的信道容量逼近理论极限，这在一定程度上缓解了频谱需求矛盾，但是无线系统的带宽毕竟是有限的，单纯的依靠各种技术的提升无法满足未来蜂窝网络系统的性能需求和日益增长的无线通信服务信息速率要求。

另一方面，由于无线频谱资源是一种极其有限的珍贵资源，世界上大多数国家都采用政府统一管理的方式来管理频谱资源，即由政府部门对无线频谱资源统一集中分配，根据无线通信业务的类型和用户需求，将不同频段的频谱分配给不同的运营商或者不同的无线通信系统。我们将这种频谱管理方式称为固定频谱管理方式，它能够保证不同的通信系统在不同的频段工作，从而使得通信系统之间的相互干扰能够有效地避免。然而，根据美国联邦通信委员会(Federal Communication Committee, FCC)的一份报告^[1]，在 3GHz 以下的频段，由于时间和地理位置的差异，频谱利用率在 15%~85%之间呈现出波动的变化，并且随着频段、时间、地点和系统所用技术的不同而不同。虽然部分频段的利用率很高，被“严重占用”，但还是存在大量的授权频谱资源被“中度占用”，甚至“未被占用”，这就使得珍贵的无线频谱资源没有充分利用，造成了资源的“浪费”。因此，“频谱短缺”可以说只是一种误解，频谱的“短缺”主要是由于目前静态的频谱管理政策导致频谱资源没有被充分利用，而不是频谱资源本身的缺乏。如果能够充分地利用现有系统的“频谱空洞”，无线通信系统可用频谱资源稀缺的现状可以有效的缓解。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库